

**HEAT TREATMENT FURNACE**

Patent Number: JP6177141  
Publication date: 1994-06-24  
Inventor(s): IMOTO YUKIO  
Applicant(s): TOSHIBA CORP  
Requested Patent: ☐ JP6177141  
Application Number: JP19920351848 19921208  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/324  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To enhance uniformity of temperature on the surface of a wafer by bringing the temperature of a wafer close to a set value while taking account of the fact that the distance between a wafer supported at three points and a heating stage and the fluctuation thereof have significant effect on the wafer temperature and the uniformity of temperature on the surface.

**CONSTITUTION:** The heat treatment furnace comprises a supporting means 20 for adjusting the heights of three supporting points 13a of a wafer 11 individually (e.g. a piezoelectric unit 17 exhibiting reverse piezoelectric effect interposed between a supporting pin 13 and the base), means for detecting distance between the wafer 11 and a heating stage 12 or means for detecting temperature distribution on the main surface of the wafer 11, and a controller 19 receiving a distance or temperature detection signal and feeding a control signal for adjusting the height of the supporting point 13a back to the supporting means 20.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(10)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-177141

(43)公開日 平成6年(1994)8月24日

(51)Int Cl<sup>3</sup>

H 0 1 L 21/324

識別記号

片内整理番号

D 8817-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-357848

(22)出願日 平成4年(1992)12月8日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 井本 幸男

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東芝

芝罘川町工場内

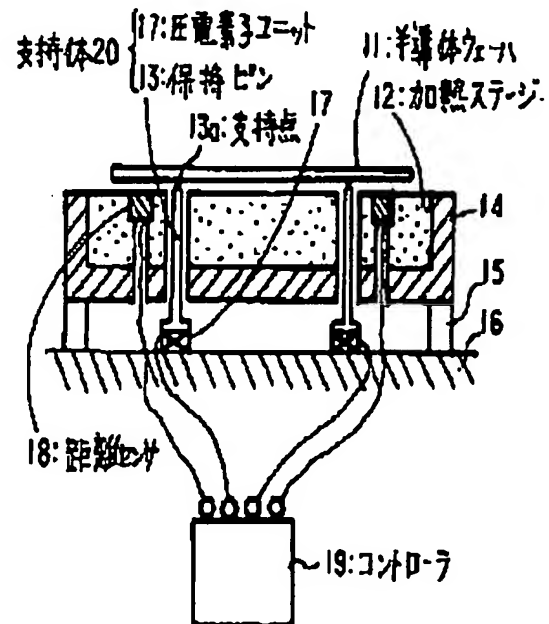
(74)代理人 弁理士 蘭田 英二

(54)【発明の名称】 熱処理装置

(57)【要約】

【目的】半導体ウェーハと加熱ステージとを非接触で互いに対向して配設し、ウェーハのベーキング等を行なう枚葉式熱処理装置では、3個の支持点で保持されるウェーハと加熱ステージとの距離及びそのばらつきが、ウェーハの温度及び面内温度の均一性に大きく影響することを考慮し、ウェーハの温度を設定値に近づけ、ウェーハ面内温度の均一性を向上する。

【構成】本発明の装置は、ウェーハを保持する3個の支持点の高さをそれぞれ独立に調整できる支持手段(例えば逆圧電効果を利用する圧電素子ユニットを支持ピンとベース間に介在)と、ウェーハと加熱ステージとの距離検出手段またはウェーハ主面の温度分布検出手段と、距離または温度検出信号を受け、支持点の高さを調整する制御信号を前記支持手段にフィードバックするコントローラとを、具備する。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体ウェーハ主面と対向し非接触で該ウェーハを加熱する加熱ステージと、前記ウェーハまたは加熱ステージを3個の支持点で支持すると共に各支持点の高さをそれぞれ独立に調整できる支持手段と、対向する前記ウェーハと加熱ステージとの間の距離を検出する手段及び前記ウェーハの主面の温度分布を検出する手段のうち少なくともいずれか一方の検出手段と、この検出手段よりの検出信号を受け、前記支持手段に支持点の高さを調整する制御信号を送るコントローラとを具備することを、特徴とする熱処理装置。

【請求項2】半導体ウェーハ主面にランプまたはマイクロ波電子管により電磁波を照射し該ウェーハを加熱する手段と、前記ウェーハを3個の支持点で支持すると共に各支持点の高さをそれぞれ独立に調整できる支持手段と、前記ウェーハ主面の温度分布を検出する手段と、この検出手段よりの検出信号を受け、前記支持手段に支持点の高さを調整する制御信号を送るコントローラとを、具備することを特徴とする熱処理装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置に関し、特に半導体ウェーハの枚葉式のベーキングやアニール等の熱処理装置に係るものである。

#### 【0002】

【従来の技術】半導体ウェーハの枚葉式熱処理のうち、例えばウェーハにホトレジストを塗布した後に行なうベーキングや、現像されたホトレジストパターンの焼き固め等のため行なう熱処理においては、一般には、加熱ステージへ半導体ウェーハを密着させる方法が採られている。

【0003】しかし近年、半導体ウェーハの裏面汚染を防止するために、図7及び図8に示すように半導体ウェーハ1を保持ピン3等のように接触面積の小さなもので保持し、加熱ステージ2に対し半導体ウェーハ1を非接触で熱処理する試み（以下非接触ベークと呼ぶ）がなされている。なお図7及び図8において、符号4は断熱材、5は支え、6はベース（基体）である。

【0004】前述のホトリソグラフィ（光蝕刻、photolithography）工程におけるホトレジストの熱処理では、ウェーハの温度は、例えばレジスト塗布後の溶剤乾燥には数十度（℃）程度、また現像後のレジストパターンの焼き固めには百数十度程度に設定され、そのばらつきも±0.1度が要求される。

【0005】しかしながら、このような非接触ベークでは、ウェーハの温度やウェーハの面内温度の均一性が、加熱ステージ2とウェーハ1との間の距離及びウェーハ面内での前記距離のばらつきに大きく影響される。図7の従来例で、ウェーハ1と加熱ステージ2との間の距離は数百μmであり、距離による温度変化の割合は、1℃

／10μm程度である。なおウェーハの設定温度やそのばらつきは、前記距離のほか、加熱ステージ表面の温度分布やウェーハ周辺の空気の流れによっても影響される。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】半導体ウェーハの枚葉式の非接触ベークや非接触アニール等の熱処理において、被処理ウェーハの熱処理温度及びウェーハ面内の温度の均一性は、デバイスの特性及び特性のばらつきに大きな影響を与える。しかしながら従来の技術では、ウェーハの温度やウェーハ面内温度の均一性は、被処理ウェーハと加熱源との間の距離及びウェーハ面内でのこの距離のばらつき等に大きく影響され、満足な結果が得られないという問題があった。この問題は、ウェーハの大口径化（125～200mmφ）に伴い、より顕著になっている。

【0007】本発明は、前記の問題に鑑みなされたもので、半導体ウェーハに非接触ベークや非接触アニール等の熱処理を行なう枚葉式熱処理装置において、半導体ウェーハの温度を設定値に近付け、かつ半導体ウェーハの面内温度の均一性を向上させることを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る熱処理装置は、半導体ウェーハ主面と対向し非接触で該ウェーハを加熱する加熱ステージと、前記ウェーハまたは加熱ステージを3個の支持点で支持すると共に各支持点の高さをそれぞれ独立に調整できる支持手段と、対向する前記ウェーハと加熱ステージとの間の距離を検出する手段、或いは前記ウェーハの主面の温度分布を検出する手段、或いは前記距離及び温度分布を検出する2つの手段と、この検出手段よりの検出信号を受け、前記支持手段に支持点の高さを調整する制御信号を送るコントローラとを、具備することを特徴とするものである。

【0009】また本発明の請求項2に係る熱処理装置は、半導体ウェーハ主面にランプまたはマイクロ波電子管により電磁波（光を含む）を照射し該ウェーハを加熱する手段と、前記ウェーハを3個の支持点で支持すると共に各支持点の高さをそれぞれ独立に調整できる支持手段と、前記ウェーハ主面の温度分布を検出する手段と、この検出手段よりの検出信号を受け、前記支持手段に支持点の高さを調整する制御信号を送るコントローラとを、具備することを特徴とするものである。

#### 【0010】

【作用】請求項1に係る熱処理装置は、半導体ウェーハを加熱ステージに対し、非接触かつ近接した位置で熱処理する装置であり、ウェーハの温度及び温度のばらつきは、主としてウェーハと加熱ステージとの間の距離及び距離のばらつきにより決定される。

【0011】ウェーハ及び加熱ステージのうち、いずれか一方の高さを固定し、他方の高さを上、下することにより、ウェーハと加熱ステージとの間の距離を調整す

る。例えば加熱ステージの高さが固定されている場合、ウェーハは3個の支持点で支持され、かつ3個の支持点の高さは互いに独立に昇降できるように構成される。これによりウェーハ主面と加熱ステージ主面との間の距離は、対向する全面にわたって確実に等しくすることが可能である。また、かりに加熱ステージ主面の温度が不均一であっても、ウェーハ主面を、加熱ステージに対し、任意の方向及び角度で傾斜させ、その影響を大幅に緩和できる。

【0012】ウェーハと加熱ステージとの間の距離を検出する3個以上の距離センサ及びウェーハ主面の温度分布を検出する温度センサのうち距離情報または温度情報、或いは距離及び温度情報はコントローラに入力される。

【0013】コントローラは、マイクロコンピュータを内蔵すると共に前記入力された距離または温度情報を処理し、ウェーハの平均温度を設定値に近づけ、ウェーハ面内温度ができるだけ均一になるように、前記支持点の高さを調整するフィードバック制御信号を前記支持手段に送る。すなわち自動制御が行なわれる。

【0014】なお支持点の高さを調整する手段としては、圧電素子ユニットを使用することが望ましい実施態様である。

【0015】請求項2に係る熱処理装置は、加熱方法としてランプ加熱またはマイクロ波加熱によること、及びウェーハ主面の温度分布を検出する手段を有し、ウェーハと加熱源との間の距離を検出する手段を要件としないことが請求項1に係る熱処理装置と異なる。各構成要素の作用は、請求項1に準ずる。

【0016】なお請求項2に係る3個の支持点の高さを互いに独立に調整する手段としては、ステッピングモータによる送り機構を備えたアクチュエータを各支持点ごとに設けることが望ましい実施態様である。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

【0018】図1及び図2は、本発明の請求項1に係る熱処理装置の第1実施例の構成の概要を示す模式的な断面図及び平面図である。半導体ウェーハ11（口径125～200mmφ）の主面に対向して加熱ステージ12が設けられる。加熱ステージ12は、絶縁された加熱ヒーターと伝熱材料を積層したもので、断熱材14で外周を囲み、保温される。加熱ステージの露出面の温度は、本実施例では、数十度ないし数百度（℃）で、ステージ面の温度分布は均一につくられ、対向するウェーハ11を非接触で加熱する。

【0019】ウェーハ支持手段は、保持ピン13及び保持ピン13とベース16との間に挿入した圧電素子ユニット17を組とする3組の支持体20から構成される。ウェーハ11は、3個の保持ピン13の支持点13aで

支持されると共に、各支持点の高さは、対応する圧電素子ユニット17により、それぞれ独立に調整できる。

【0020】周知のように、圧電素子は、圧電体に外部から電界を加えると、これに比例した機械的変を生じる性質（逆圧電効果という）を持ち、圧電素子ユニットは、このような圧電素子を前記機械的歪が加算される方向に極微粒子積層したもので、外部から電界を加えることにより、歪方向の長さが変化する。この長さの変化を利用して前記支持点の高さを調整する。本実施例では、加熱ステージ12とウェーハ11との間の距離は数百μmで、例えばウェーハ温度百数十度のとき、距離10μmにつき温度変化の割合は約1℃である。圧電素子ユニットによる支持点の高さの調整は電氣的であり、構造簡単で多くの利点を持っている。

【0021】互いに対向するウェーハ11と加熱ステージ12との間の距離を検出する手段18は、市販の静電容量距離センサ18を使用した。距離センサは、光の干渉を利用する等その他の方式のものでも差し支えない。本実施例では、上記距離センサを3個使用し、ウェーハ11の中心Pと支持点13aを結ぶ半径の外周端近傍に設けた。なお距離センサの設置数は、3個以上設けても差し支えないが少なくとも3個は必要である。

【0022】コントローラ19は、マイクロコンピュータを内蔵し、またウェーハ・加熱ステージ間の距離とウェーハ温度分布との相関を、あらかじめ試行により求め、このデータをコンピュータにストア（記録）しておく。コントローラ19は、距離センサ18からの距離情報を受け、ストアされている距離と温度との相関データ及びウェーハの設定温度等から、支持点の高さを調整する制御信号を発生し、圧電素子ユニット17にフィードバックし、これを繰り返す、自動制御する。

【0023】上記第1実施例の装置では、ウェーハ11と加熱ステージ12との間の距離を、ウェーハ11の面内で均一に設定距離にすることができ、上記距離の違いから生ずるウェーハ11の温度と設定温度との誤差を少なく、かつ面内温度均一性を向上することができる。またこの装置では、ウェーハと加熱ステージ間の距離により、間接的にウェーハ温度の制御をするもので、構造やコントロールが簡単で実用的な方法である。

【0024】図3は、本発明の請求項1に係る熱処理装置の第2実施例の構成の概要を示す模式的な断面図である。図1及び図2と同じ符号は、同じ部分または対応する部分をあらわす。

【0025】図3に示す第2実施例は、第1実施例にさらに放射温度計30をウェーハ11上方に設けた熱処理装置である。放射温度計30は、市販の赤外線放射温度計（温度分布像が得られるもの）を使用し、所望の複数箇所の温度をほぼ同時に検出できる。

【0026】この第2実施例では放射温度計30により、ウェーハ11の温度分布を測定し、この温度情報と

距離センサ18の距離情報はコントローラ19に入力され、あらかじめ入力されている設定温度データ等を参照して処理され、3個の圧電素子ユニット17のそれぞれに制御信号を送り、個々の保持ピン13の高さを制御する。

【0027】ここで温度情報は、主としてウェーハ11の温度を設定値に近づけ、かつウェーハ11の面内温度均一性を向上することに使われる。また距離情報は温度情報によって保持ピン13の高さを制御する際、ウェーハ11と加熱ステージ12とが接触することを防ぐことに使われる。この実施例は、第1実施例に比べ、ウェーハ11の周辺ガスの流れや、加熱ステージ面内温度分布の不均一による影響を打ち消し、ウェーハ11面内の温度のばらつきを少なくすることができる特徴を持つ。

【0028】上記の通り、得られる効果は、第1実施例より第2実施例の方が、制御対象に対し、直接的制御で、正確である。しかし第1実施例は構造やコントロールが簡単で実施しやすい。

【0029】図4は、本発明の請求項1に係る熱処理装置の第3実施例の構成の概要を示す模式的な断面図である。本実施例は、第2実施例で設けた距離センサを省略し、加熱ステージ12を、断熱材14を介して、3個の支え25の支持点25aで支持したものである。支え25とベース16との間には圧電素子ユニット27を挿入し、圧電素子ユニット27に印加される制御電圧によって、支持点25aの高さをそれぞれ独立に調整することができる。ウェーハ11は、保持ピン23上に設置され、一定の高さに保持される。

【0030】本実施例では、放射温度計30により、ウェーハ11上の温度分布が検出され、この検出データはコントローラ19に送られる。コントローラ19は、この温度情報データ及びあらかじめストアされている参照データとから、ウェーハ温度が、設定温度に、また温度のばらつきが少なくなるように、支持点25aの高さを調整する制御信号を、圧電素子27にフィードバックする。

【0031】第1ないし第3実施例は、ホットプレート方式の熱処理装置について述べてきたが、半導体ウェーハを3点で支持し、支持点の高さを調整してウェーハの温度を制御する上記方法は、ウェーハのランプ加熱やマイクロ波加熱にも応用できる。図5は、本発明をランプ加熱に応用した第4の実施例を示す断面図である。半導体ウェーハ11の上方に、ランプ（タングステンハロゲンランプ）31及びリフレクタ32が設けられ、ウェーハ11の主面に光（電磁波）を照射し、ウェーハ11を加熱する。符号33はランプ31の給電器（Power supply）である。加熱手段は、ランプ31、リフレクタ32及び給電器33等から成る。

【0032】ウェーハ11は、3本の保持ピン13の支持点で、ほぼ水平に支持される。また保持ピン13とベ

ース16との間に挿入されたアクチュエータ34により、支持点の高さをそれぞれ独立に昇降し、ウェーハ11の保持位置は、調整される。アクチュエータ34は、ステッピングモータ及びボールねじ等の送り機構からなり、コントローラ29からの制御信号によりモータを駆動し、保持ピン13の高さを調整する。またウェーハ上方には、ウェーハ主面の温度分布を検出する赤外線放射温度計30が設けられ、検出された温度分布情報は、コントローラ29に送られる。コントローラ29は、赤外線放射温度計30からの温度分布情報を入力し、アクチュエータ34及びランプ給電器33に、それぞれ制御信号を出力し、ウェーハ11の温度が設定温度に、また温度分布が均一になるように自動制御を行なう。図6は、本発明をマイクロ波加熱に応用した第5の実施例を示す断面図である。本実施例では、ウェーハ11を加熱する手段は、ウェーハ11の上方に位置するマグネトロン44、アンテナ46及びシールド板47等から成る。符号45は、パッキンである。半導体ウェーハ11は、3本の保持ピン13により、ほぼ水平に保たれ、マグネトロンから照射されるマイクロ波（電磁波）により加熱される。赤外線放射温度計30により、ウェーハ11の主面の温度分布を、窓28を通して検出する。コントローラ39は、赤外線放射温度計30からの温度分布情報を入力し、保持ピン13に連なるアクチュエータ23を動かす制御信号及びマグネトロン33のマイクロ波出力を調整する制御信号をそれぞれ出力し、ウェーハ11の温度が設定温度に、また温度分布が均一になるように自動制御を行なう。

#### 【0033】

【発明の効果】半導体ウェーハを被接触でベーキングしたりアニーリングしたりする本発明の枚葉式熱処理装置においては、これまで述べたように、半導体ウェーハの温度を設定値に近づけ、かつ半導体ウェーハの面内温度の均一性を向上させることができた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の熱処理装置の第1実施例の構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す熱処理装置の概要を示す平面図である。

【図3】本発明の熱処理装置の第2実施例の構成を示す断面図である。

【図4】本発明の熱処理装置の第3実施例の構成を示す断面図である。

【図5】本発明の熱処理装置の第4実施例の構成を示す断面図である。

【図6】本発明の熱処理装置の第5実施例の構成を示す断面図である。

【図7】従来の熱処理装置の構成の一例を示す断面図である。

【図8】図7に示す熱処理装置の概要を示す平面図であ

る。

【符号の説明】

1, 11 半導体ウェーハ

2, 12 加熱ステージ

3, 13, 23 保持ピン

4, 14 断熱材

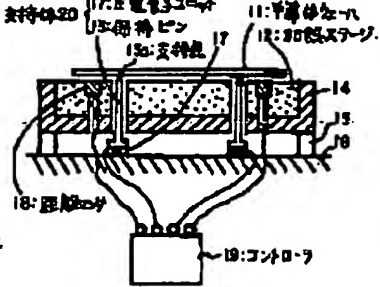
5, 15, 25 支え

6, 16 ベース基体

13a, 25a 支持点

17, 27 【図1】素子ユニット

18 距離センサ



【図4】

19, 29, 39 コントローラ

20 支持手段

30 放射温度計

31 ランプ

32 リフレクタ

33 給電器

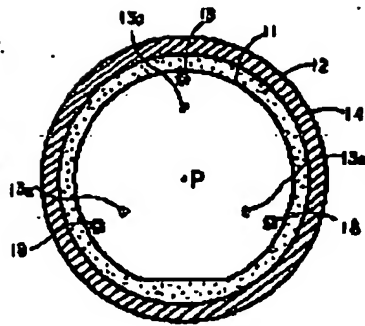
34 アクチュエータ

44 マグネトロン

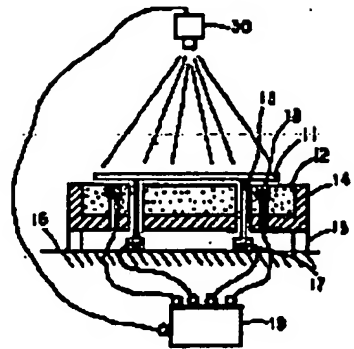
46 アンテナ

【図2】17

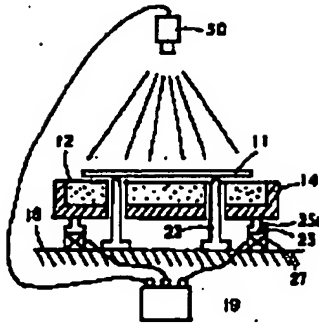
シールド板【図3】



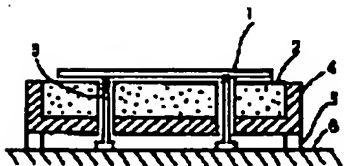
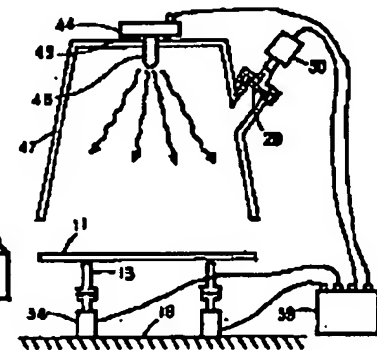
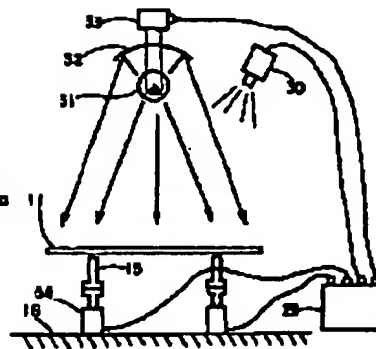
【図5】



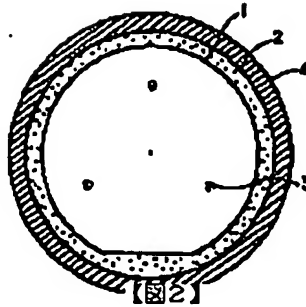
【図6】



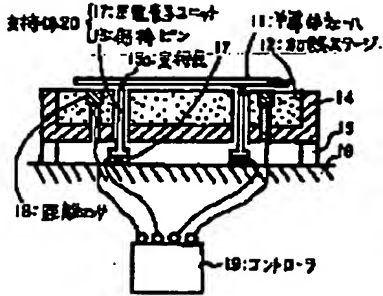
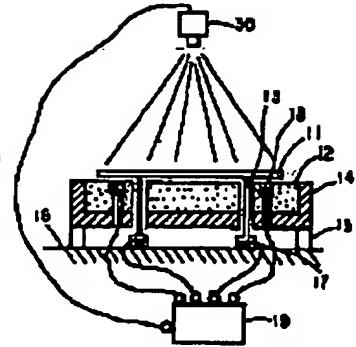
【図7】



【図8】

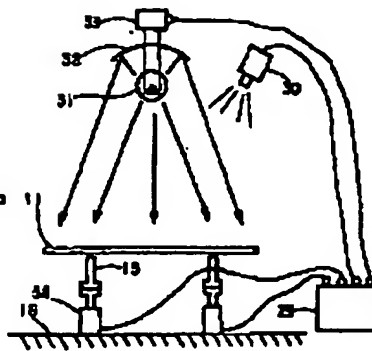


【図3】

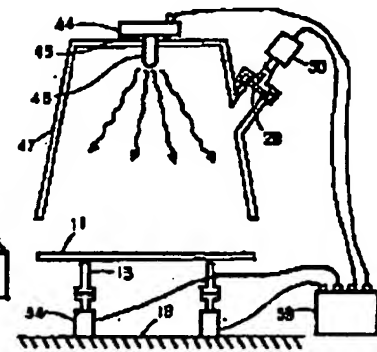


【図4】

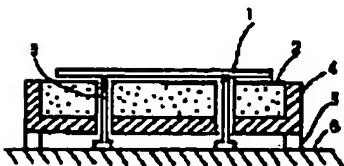
【図5】



【図6】



【図7】



【圖8】

